

SZERSZÁMPROFIL SZÁRMAZTATÁSA CAXX ALKALMAZÁSSAL

DERIVATION OF TOOL PROFILE BY CAXX APPLICATION

Hegedűs György*, Takács György**, Patkó Gyula***

ABSTRACT

Different CAX applications are widely used in mechanical industry. This paper presents two different methods for the determination of tool profile on ballnut. The basis of the methods is the so-called derivation theory. The methods are carried out by solid modeling (boolean operations) and boundary surface-surface intersections (SSI operations). The results of the two methods are illustrated by various Figures.

1. BEVEZETÉS

Egy szerszámgép megmunkálási pontosságát számos tényező befolyásolja, melyek közül meghatározó a pozicionálási pontosság. Ennek biztosítására napjaink NC és CNC számjegyevezérlésű szerszámgépeiben – kedvező tulajdonságai miatt – a gördülőelemes hajtások terjedtek el. A gördülőelemes hajtások elterjedése lehetővé tette, a mellékidők csökkentésére való törekvés pedig megkövetelte a nagyobb menetemelkedésű orsók gyártását, melynek következtében hagyományos menetemelkedésű orsónál elő nem forduló újabb problémák merültek fel. Ezek közül az egyik legfontosabb a módosított szerszámprofil meghatározása.

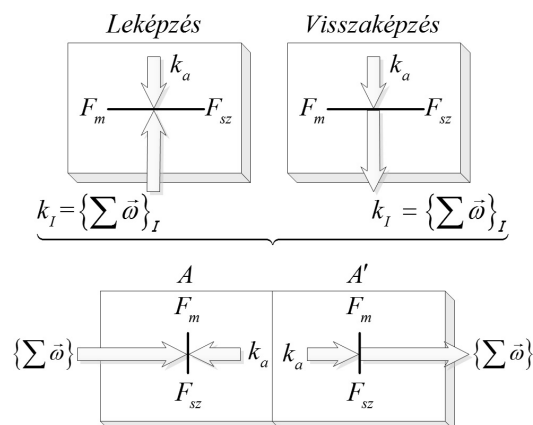
Tervezésinformatikai eszközöket régóta alkalmaznak a szerszámtervezéshez, ahol a szerszámparaméterek meghatározása történhet kereskedelmi forgalomban kapható szilárdtest- és felületmodellező szoftvekkel, vagy saját fejlesztésű programokkal, [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]. Jelen cikkben gótikus körívprofilú golyósanyák köszörű szerszámprofiljának meghatározására alkalmas CAX alkalmazást és az azzal előállított megoldásokat mutatjuk be, ahol a megoldásokat a származtatás-elmélet alapján keressük.

A gótikus golyósanyamenet két azonos sugarú szimmetrikusan eltolt körívből áll, melynek befejező köszörülő megmunkálását profilos köszörűkoronggal végzik. A szerszámprofil a menetprofilnak megfelelő-

en kerül kialakításra és a megmunkálás során a szerszámot a menetemelkedési szögnek megfelelően bedöntik. A golyósanya belső menetfelületének köszörülését a köszörütüske és a munkadarab belső felületének interferenciája korlátozza. Az alkalmazott megoldásnak köszönhetően a szerszámot a menetemelkedési szögtől függetlenül bedöntik, anélkül hogy a köszörütüske és a munkadarab egymásba ütközne, miközben a korongra egy optimális profilt szabályoznak és a megmunkálás eredményeként a golyósanya megkapja a gótikus profilt.

2. A SZÁRMAZTATÁS-ELMÉLET ISMERTETÉSE

Az itt bemutatásra kerülő mechanizmusokra érvényes elveket, szemléletet *Tajna-fői* (1. ábra) fogalmazta meg. A szerszám és munkadarab kapcsolódását elemezve a következő megállapításokat tehetjük: a szerszám pontjai a munkadarab koordináta-rendszerében egy össze-függő térrészt írnak le mozgásuk során. A munkadarab felülete a szerszám által metszett tér határfelületeként áll elő a munkadarab határfelületének korlátai alapján (*leképzés*).



1. ábra. A Tajna-fői-féle alakítási mechanizmus modellje [1]

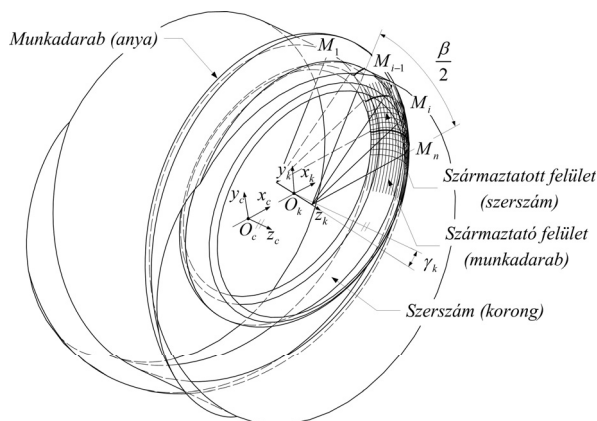
A származtató felület hasonlóan definiálható (*viszszaképzés*): a kész munkadarab felületének pontjai a szerszámhoz kötött koordináta-rendszerben viszonyított mozgásuk során összefüggő térrészt leíró pályákat futnak be. A származtató felület a munkadarab által metszett térrész határfelülete.

* egyetemi adjunktus, Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Tanszéke

** PhD, egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Tanszéke

*** PhD, egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Tanszéke

A modell megalkotásához ismernünk kell a kívánt geometriai pontosságú munkadarabot és a szabályozatlan szerszám kiinduló méreteit. A munkadarab és a szerszám egymáshoz viszonyított térbeli helyzete (fogásvétel, korongdöntési szög) ismert. Tegyük fel, hogy a 2. ábra koordinátarendszereinek x_c és x_k tengelyei egybeesnek, ahol x_c a munkadarabhoz, x_k a szerszámhoz rendelt koordinátarendszerek tengelyei. Az $\overline{O_c O_k}$ szakasz hossza a szerszám átmérőjéből és a fogásvétel nagyságából meghatározható. A γ_k korongdöntési szöget a z_c és z_k tengelyek között értelmezzük az y_c-z_c síkban. Menetkőszőrüléskor a golyósanya teljes menetfelületének megmunkálásakor egy fogásvétel alatt ezek a paraméterek állandók.



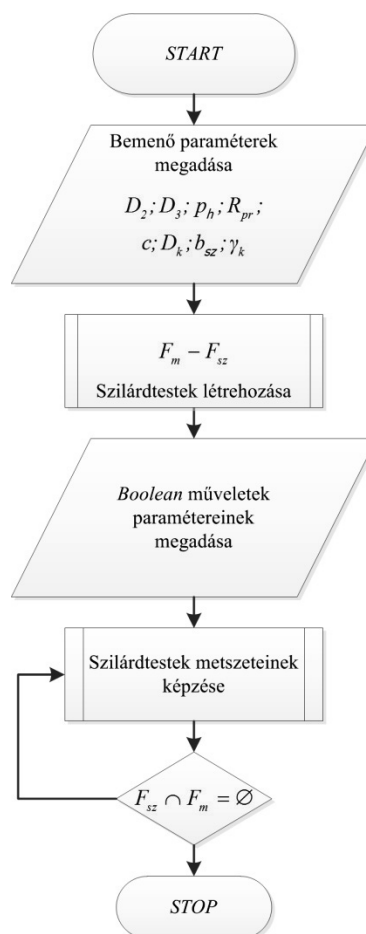
2. ábra. A szerszámprofil meghatározásához alkalmazott modell

A szerszámprofil a munkadarab elméleti méreteiből és az előzetesen meghatározott korongdöntési szög alapján származtatjuk. Ha a valóságban így állítanánk elő a szerszámprofil, akkor a szerszám folyamatos forgó mozgást végezne és a kívánt profil a szerszám egy teljes körülfordulása alatt előállna minden tengelymetszetben. A szerszám és a munkadarab a β szöggel jellemezhető tartományban érintkeznek, ezért ha a szerszám elfordulása ezt az értéket elérte, már található legalább egy olyan síkmetszet, amely a szerszámprofil tartalmazza. Jelen esetben a szerszám nem csak a forgástengelyére szimmetrikus, hanem az x_k és y_k tengelyekkel megadott szimmetriasíkra. Ezért a származtatott szerszámprofil szintén szimmetrikus lesz, így az már $\beta/2$ szögelfordulás után meghatározható. Forgásszimmetrikus szerszámnál valamennyi – a forgástengelyen átmenő – síkmetszet kontúrja megegyezik egymással. Mivel a származtatott felület (szerszám) forgásfelület, és annak a szimmetriatengelyén átmenő metszősík a szerszámprofil tartalmazza, ezért a szerszám helyettesíthető egy felsíkkal, a szerszámprofil származtatásához ennek a felsíknak és a származtató felületnek a síkmetszeteit kell meghatározunk. A származtatási eljárás során a profil meghatározásához n számú metszet előállítására van szükség. A

szerszám folyamatos elfordulásának modellezésénél $n \rightarrow \infty$ adódna, ezért a szerszámprofil közelítő megoldását oly módon keressük, hogy a felsíkot elforgatjuk diszkrét lépésekben a $\beta/2$ tartományban, és az így kapott síkmetszetekből állítjuk elő a szerszámprofil. A metszetek előállítása felületmodellezéssel történik, azonban az eljárás elindítása előtt szükséges a γ_k korongdöntési szög megadása és a β átfogási szög meghatározása. Szilárdtest-modellezésnél ún. *boolean* műveletekkel származtatható a szerszámprofil, ilyenkor a golyósanya és a szerszám kezdeti mérettel megadott valóságű modelljeinek egymásból történő kivonásával állítható elő a szerszám burkolófelülete.

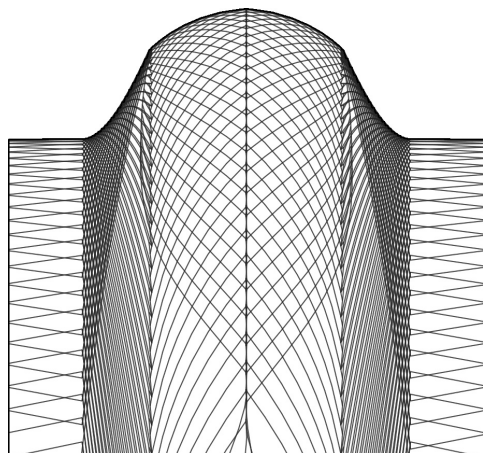
3. BOOLEAN MŰVELETEK ALKALMAZÁSA A FELÜLET SZÁRMAZTATÁSÁRA

Az itt bemutatásra kerülő mérnöki módszerrel előállított megoldásokat a *Dassault Systemes* cég által fejlesztett *CATIA V5R20* integrált tervezőrendszerrel valósítottuk meg. A szoftver előnye, hogy makróprogramozáson keresztül könnyen automatizálható, valamint fejlett szilárd- és felületmodellező kernellel rendelkezik.

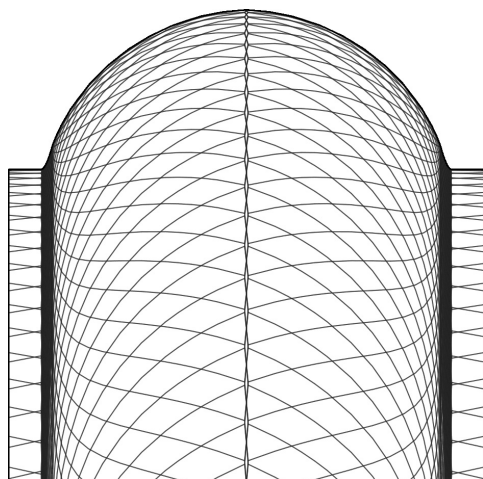


3. ábra. A szilárdtestekkel végrehajtott származtatás folyamatábrája

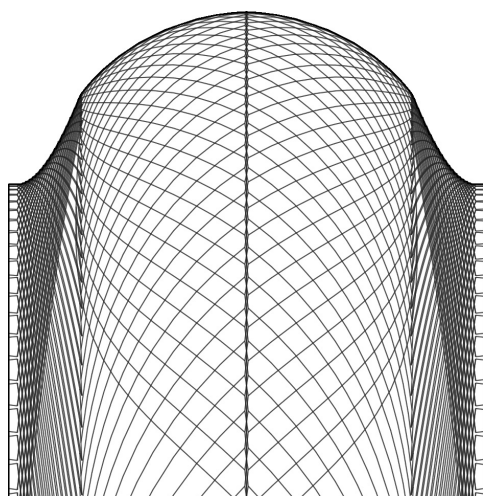
Az 3. ábra mutatja a szerszámprofil származtatásának folyamatát szilárdtest műveleteknél (a folyamatábra csak a főbb lépéseket ábrázolja), az eredményeket a 4. – 6. ábrák szemléltetik.



4. ábra. Boolean műveletek 32x25 golyósanyán



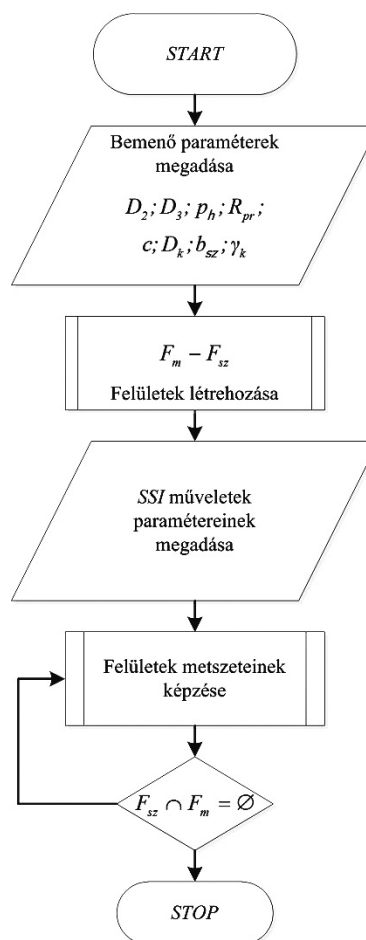
5. ábra. Boolean műveletek 40x30 golyósanyán



6. ábra. Boolean műveletek 50x30 golyósanyán

4. HATÁRFELÜLETEK METSZÉSE A FELÜLET SZÁRMAZTATÁSÁRA

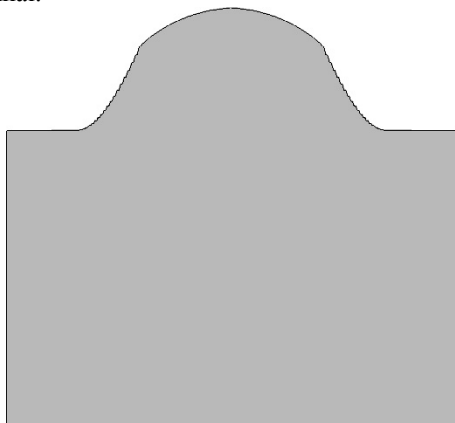
A *CAXx* szoftverek felület- és térfogatmodellező kernelei a különböző metszetek meghatározását közelítő számításokkal állítják elő egy előre definiált közelítési pontossággal. Az így meghatározott számítások a mérnöki gyakorlatban elfogadható eredményeket szolgáltatnak mindezek mellett a számítások költsége és időigénye is kedvező. A szilárdtest-modellekkel végzett származtatási eljárás kis szögelfordulásoknál azonban problémához vezet. Ennek magyarázata a modellező kernel *boolean* műveleteknél alkalmazott számítási algoritmusában keresendő, ahol a kis szögelforduláshoz tartozó szilárdtestek közötti interferencia kisebb, mint a számítási eljárásnál meghatározott közelítési pontosság. A származtatási eljárás finomítására a határfelületek metszését alkalmazhatjuk, melynek folyamatábráját a 7. ábra szemlélteti.



7. ábra. A felületekkel végrehajtott származtatás folyamatábrája

Az eljárás hasonló az előző fejezetben ismertett módszerhez, azonban ennél a modellnél a golyósanya felületének és a szerszám síknak képezzük a metszete-

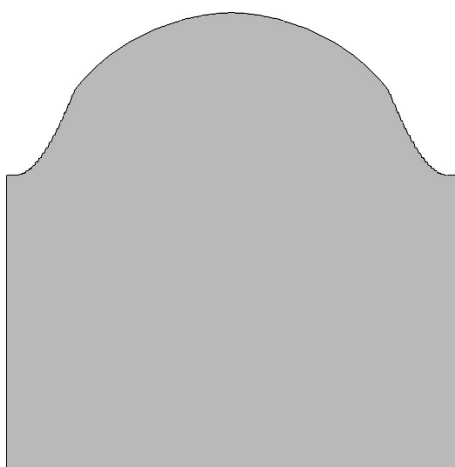
it. A modell tulajdonságainak következtében a metszettek képzése kis szögelfordulásoknál is végrehajtható, további előny a határfelületek metszésével a számítási műveletigények valamint az eljárás időigényének csökkenése. A 8. – 10. ábrák szemléltetik a határfelületek (SSI műveletek) metszésével származtatott közelítő szerszámprofilokat különböző méretű golyósanyáknál.



8. ábra. SSI műveletek 32x25 golyósanyán



9. ábra. SSI műveletek 40x30 golyósanyán



10. ábra. SSI műveletek 50x30 golyósanyán

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen cikkben a származtatás-elmélet modellezését vizsgáltuk *CAXx* alkalmazással. A modellezést különböző méretű golyósanyákra végeztük, a származtatást szilárdtest és felületmodellekkel is végrehajtottuk. A parametrikus rendszer és annak programozási előnyeit kihasználva a származtatott szerszámprofil makróprogramozással állítottuk elő.

6. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A bemutatott kutatómunka a TÁMOP 4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

7. IRODALOM

- [1] TAJNAFŐI J.: Mechanizmusok származtatás-elméletének alapjai és hatása a kreatív gondolkodásra. (Diszkrét és végtelen megoldáshalmazok szemléletére és a funkció-összevonás elveire épülő tervezési módszerek.), *Doktori értekezés, Miskolc, 1991*
- [2] DUDÁS, I.; DUDÁS, L.: CAD/CAM system for geometrically exact manufacturing of helicoid surfaces, *ICED 90 Dubrovnik, Proceedings of ICED'90 Vol.4. 28–31. 08. 1990, 1839–1846*
- [3] DUDÁS L.: New possibilities in Computer Aided Design of Gear Mesh, *Publ. Univ. of Miskolc, Series C, Mechanical Engineering. Vol. 49. (1999) pp. 39–47*
- [4] V. IVANOV, G. NANKOV, V. KIROV: CAD orientated mathematical model for determination of profile helical surfaces, *International Journal of Machine Tools and Manufacture, 38 (8) (1998), 1001–1015*
- [5] S. KALDOR, A. M. RAFAEL, D. MESSENGER: On the CAD of profiles for cutters and helical flutes—geometrical aspects, *Annals of the CIRP 37 (1) (1988) 53–56*
- [6] S. K. KANG, K. F. EHMANN, C. LIN: A CAD approach to helical groove machining—I. mathematical model and model solution, *International Journal of Machine Tools and Manufacture, 36 (1) (1996), 141–153*
- [7] S. K. KANG, K. F. EHMANN, C. LIN: A CAD approach to helical groove machining. Part 2: Numerical evaluation and sensitivity analysis, *International Journal of Machine Tools and Manufacture, 37 (1) (1997), 101–117*
- [8] L. V. MOHAN, M. S. SHUNMUGAM: CAD approach for simulation of generation machining and identification of contact lines, *International Journal of Machine Tools and Manufacture, 44 (7–8) (2004), 717–723*